

Hidrokarbon Hasil Perengkahan Sampah *Polystyrene Foam*

Ella Melyna^{1*}

¹Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta
Jl. Letjend Suprpto No. 26 Jakarta Pusat

* Corresponding author: ellamelyna@stmi.ac.id

ABSTRAK

Polystyrene foam atau yang lebih dikenal *styrofoam* banyak digunakan untuk kemasan, bahan kerajinan, dekorasi, bahan bangunan, dan sebagainya. Namun penggunaan *polystyrene foam* untuk kemasan masih menimbulkan beberapa kontroversi. Beberapa pandangan negatif muncul mengenai penggunaan *polystyrene foam* seperti menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Menurut aspek lingkungan, *polystyrene foam* merupakan material yang sulit terurai secara alami oleh alam. Penanganan sampah *polystyrene foam* yang sebatas pembuangan saja akan membebani alam dalam penguraiannya. Oleh karena itu kegiatan pengelolaan sampah *polystyrene foam* perlu dilakukan. Salah satu metode pengelolaan sampah *polystyrene foam* untuk dijadikan suatu produk yang lebih berguna dan bermanfaat bagi masyarakat pada masa yang akan datang adalah mengkonversi sampah *polystyrene foam* menjadi bahan bakar. Bagaimanapun juga dilihat dari bahan dasarnya sampah *polystyrene foam* berpotensi mempunyai nilai ekonomis sebagai sumber bahan baku jika diolah dengan cara yang tepat yaitu akan menghasilkan hidrokarbon sebagai bahan dasar energi. Konversi sampah *polystyrene foam* menjadi bahan bakar adalah dengan cara perengkahan sampah *polystyrene foam* menggunakan katalis (*catalytic cracking*) yang dijalankan pada suhu lebih rendah daripada *thermal cracking*. Pada penelitian ini, sampah *polystyrene foam* direngkah menggunakan katalis H-Zeolit pada suhu 360°C. Hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* dianalisa menggunakan alat GC-MS. Hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* pada suhu 360°C dengan katalis H-Zeolit menghasilkan 85,52% fraksi *gasoline* dan 7,4% fraksi kerosin dan *diesel* dengan komposisi fraksi *gasoline* 100% golongan aromatik. Kandungan senyawa aromatik yang tinggi dalam *gasoline* bersifat karsinogen, sebagai pembentuk deposit dan penyumbang emisi gas buang berbahaya.

Kata Kunci: Aromatik, *Gasoline*, *Polystyrene Foam*

PENDAHULUAN

Polystyrene foam atau yang lebih dikenal *styrofoam* adalah salah satu jenis polimer yang terdiri dari monomer stirena. *Polystyrene foam* termasuk dalam plastik kode 6. *Polystyrene foam* bersifat lunak, ringan, murah dan praktis. Pada umumnya, *polystyrene foam* dapat digunakan untuk kemasan, bahan kerajinan, dekorasi, bahan bangunan, dan sebagainya. Namun penggunaan *polystyrene foam* untuk kemasan masih menimbulkan beberapa kontroversi. Beberapa pandangan negatif muncul mengenai penggunaan *polystyrene foam* seperti menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan.

Menurut aspek lingkungan, ada beberapa kota besar di dunia yang pernah mengeluarkan peraturan untuk melarang *polystyrene foam* sebagai kemasan makanan atau minuman, seperti Oxford, London, San Fransisko, dan New

York. Di Indonesia, pemanfaatan *polystyrene foam* untuk kemasan makanan oleh pedagang kaki lima atau restoran telah dilarang di Bandung sejak 1 November 2016. Hal ini disebabkan oleh penumpukan sampah *polystyrene foam* yang dapat menghambat arus sungai dan menyebabkan banjir.

Studi monitoring bulanan sampah yang hasilnya dipublikasikan pada Tanggal 10 Desember 2019 mengidentifikasi enam tipe sampah dan 19 kategori sampah plastik dari sembilan muara sungai di Jakarta, Tangerang, dan Bekasi selama Juni 2015 sampai 2016 [1]. Berdasarkan hasil riset, peneliti mengestimasi aliran sampah dari kawasan Jakarta, Tangerang, dan Bekasi sampai 8,32 ton per hari, delapan sampai 16 kali lebih rendah dibandingkan dengan estimasi dalam studi-studi berbasis model [1].

Berdasarkan persentase 19 kategori sampah plastik yang dikumpulkan di sembilan hilir sungai di Kota Tangerang, Jakarta, dan Bekasi yang berakhir di Teluk Jakarta, sumbangan *polystyrene* Tangerang 31,69 persen, Jakarta 11,47 persen, dan Bekasi 25,45 persen [1]. *Polystyrene foam* merupakan material yang sulit terurai secara alami oleh alam. Penanganan sampah *polystyrene foam* yang sebatas pembuangan saja akan membebani alam dalam penguraiannya. Oleh karena itu kegiatan pengelolaan sampah *polystyrene foam* perlu dilakukan.

Salah satu metode pengelolaan sampah *polystyrene foam* untuk dijadikan suatu produk yang lebih berguna dan bermanfaat bagi masyarakat pada masa yang akan datang adalah mengkonversi sampah *polystyrene foam* menjadi bahan bakar. Bagaimanapun juga dilihat dari bahan dasarnya sampah *polystyrene foam* berpotensi mempunyai nilai ekonomis sebagai sumber bahan baku jika diolah dengan cara yang tepat yaitu akan menghasilkan hidrokarbon sebagai bahan dasar energi. Konversi sampah *polystyrene foam* menjadi bahan bakar adalah dengan cara perengkahan sampah *polystyrene foam* menggunakan katalis (*catalytic cracking*) yang dijalankan pada suhu lebih rendah daripada *thermal cracking*.

Lee, dkk. [2] meneliti tentang degradasi polietilen (HDPE) dan *polystyrene* (PS) dengan bantuan katalis FCC (*Fluid Catalytic Cracking*) dan beroperasi pada suhu 400°C. Dari percobaan diperoleh bahwa *gasoline* yang terbentuk dari HDPE sebesar 86% dan sebesar 98% yang berasal dari PS.

Pada penelitian ini, sampah *polystyrene foam* akan direngkah menggunakan katalis H-Zeolit pada suhu 360°C. Hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* dianalisa menggunakan alat GC-MS. Senyawa yang teridentifikasi dari hasil

uji menggunakan GC-MS dikelompokkan ke dalam golongan hidrokarbon yang kemudian dari komposisi hidrokarbon dikategorikan ke dalam jenis bahan bakar.

Tabel 1. Komposisi golongan hidrokarbon dalam bahan bakar bensin

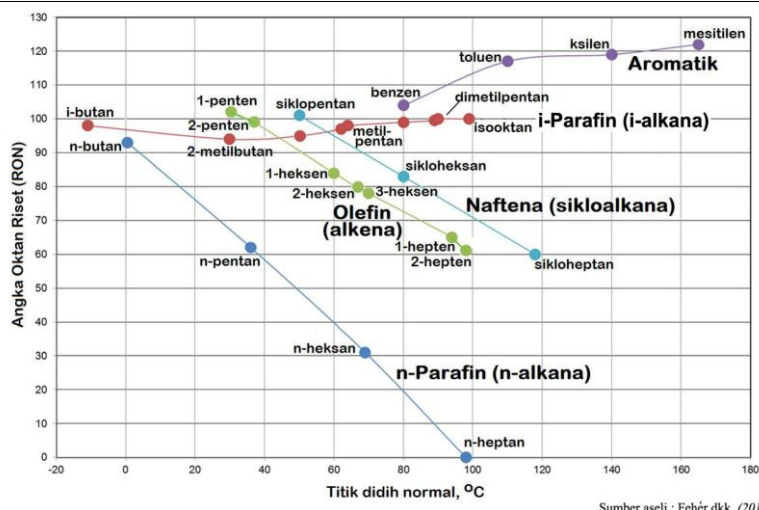
Golongan	Komposisi
Parafin	49,3%
Olefin	1,8 %
Naften	5 %
Aromatik	30,5 %

Sumber : Andrian [3]

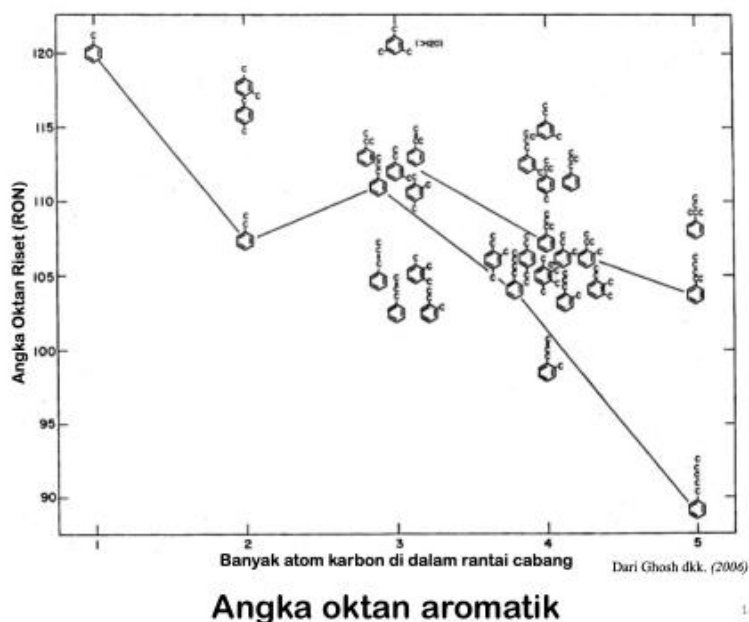
Harapannya, hidrokarbon hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* menggunakan katalis H-Zeolit masuk pada golongan hidrokarbon dalam kategori *gasoline* (bensin) sesuai dengan penelitian Lee, dkk. [2]. Bensin adalah bahan bakar mesin siklus Otto yang banyak digunakan sebagai bahan bakar alat transportasi darat (mobil).

Secara sederhana, bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus mulai dari C₇ sampai dengan C₁₁ [4]. Kinerja yang dikehendaki dari bensin adalah anti *knocking*. *Knocking* adalah peledakan campuran (uap bensin dengan udara) di dalam silinder mesin dengan siklus Otto sebelum busi menyala. Peristiwa *knocking* ini sangat mengurangi daya mesin. Hidrokarbon rantai lurus cenderung membangkitkan *knocking*. Sementara, hidrokarbon bercabang, siklik maupun aromatik cenderung bersifat anti *knocking*.

Tolak ukur kualitas anti *knocking* sering disebut sebagai bilangan oktan (*octane number*) [5]. Angka oktan senyawa yang termasuk golongan aromatik dan isoalkana dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Senyawa aromatik dan isoalkana memiliki angka oktan tinggi [6]



Gambar 2. Angka oktan senyawa yang termasuk golongan aromatik [7]

Angka oktan (*octane number*) adalah tolok ukur ketahanan bahan bakar terhadap kecenderungan penyalaan mandiri tersebut. Semakin tinggi angka oktan, semakin baik ketahanannya. Angka oktan bensin diuji dengan motor/mesin standar bersilinder tunggal di laboratorium. Bergantung pada kondisi pengujian, ada 2 angka oktan : Angka Oktan Riset (atau *Research Octane Number*, RON) dan Angka Oktan Motor (atau *Motor Octane Number*, MON). RON lebih berkorelasi dengan kendaraan berkecepatan rendah dan sering ganti persneling (kondisi di pusat kota) sedang MON lebih berkorelasi dengan kondisi di jalan tol (kecepatan tinggi, jarang ganti persneling. Pengujian dilakukan dengan membandingkan

unjuk kerja bahan bakar (di dalam mesin) dengan sederet bahan bakar rujukan yang berupa campuran n-heptana (angka oktan = 0) dan isooktana (2,2,4-trimetilpentan, angka oktan = 100). Nilai angka oktan sama dengan nilai persentase isooktana di dalam bahan bakar rujukan yang menghasilkan kesamaan unjuk kerja dengan bensin yang diuji [6].

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah *polystyrene foam*, zeolit alam, NH_4Cl 1 N, dan aqua demineralisasi.

Metode

Prosedur pada penelitian ini terdiri dari persiapan bahan baku, proses perengkahan katalitik sampah *polystyrene foam* dan analisa produk.

Persiapan bahan baku

Polystyrene foam dipotong kecil-kecil berukuran $\pm 2 \times 2$ cm untuk memperbesar luas permukaan kontak katalis dengan sampel.

Perengkahan *polystyrene foam*

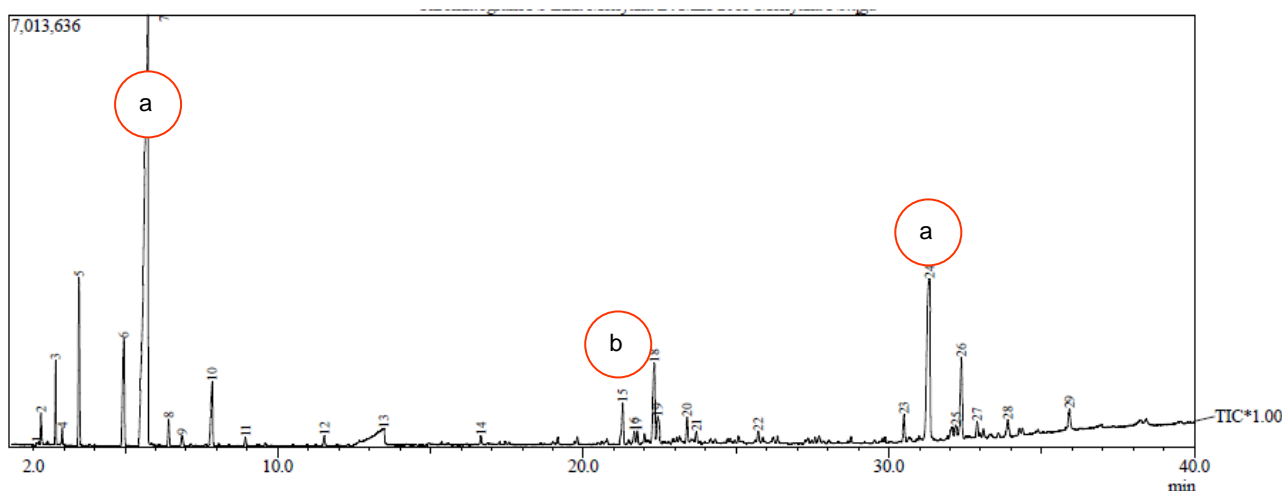
200 gram *polystyrene foam* yang telah dipotong-potong dicampur dengan katalis H-Zeolit dengan rasio katalis/*polystyrene foam* = 30% w/w direngkah dalam reaktor secara *batch* pada suhu 360°C.

Analisa produk

Produk dianalisa menggunakan GC-MS (Gas Chromatografi Mass Spectra) untuk mengetahui komponen yang ada dalam produk. Analisa GC-MS dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa GC-MS menunjukkan besarnya fraksi bahan bakar berupa *gasoline*, *kerosin* dan *diesel* yang terkandung di dalam produk perengkahan *polystyrene foam*. Hasil analisa GC-MS produk dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 2.



Gambar 3. Hasil GC-MS Perengkahan sampah *polystyrene foam* (a) fraksi *gasoline* dan (b) fraksi *kerosin* dan *diesel*

Tabel 2. Hasil analisa GC-MS produk

Produk Bahan Bakar	Persen Bahan Bakar
<i>Gasoline</i> (%)	85,52
<i>Kerosin</i> dan <i>Diesel</i> (%)	7,4
Total (%)	92,92

Hidrokarbon hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* berada dalam rentang panjang hidrokarbon $C_6 - C_{24}$. Perengkahan *polystyrene foam* menghasilkan 85,52% fraksi *gasoline* dan 7,4% fraksi *kerosin* dan *diesel*. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa fraksi bahan bakar yang

paling banyak dihasilkan dari perengkahan sampah *polystyrene foam* yaitu fraksi *gasoline*.

Hal ini disebabkan karena *polystyrene* merupakan hidrokarbon aromatik dengan rumus molekul $(C_8H_8)_n$ dimana jumlah atom C *polystyrene* berada pada rentang panjang hidrokarbon $C_7 - C_{11}$ yang termasuk ke dalam kategori bahan bakar *gasoline*.

Tabel 3. Komposisi fraksi *gasoline* hasil perengkahan sampah *polystyrene foam*

Golongan	Gasoline*	PS
Parafin (%)	49,3	0
Olefin (%)	1,8	0
Naften (%)	5	0
Aromatik (%)	30,5	100

*Sumber : Adrian [3]

Komposisi fraksi *gasoline* dari perengkahan sampah *polystyrene foam* menghasilkan 100% golongan aromatik. Hal ini disebabkan karena *polystyrene* merupakan senyawa aromatik dan ketika direngkah pada suhu 360°C dengan katalis H-Zeolit ternyata rantai senyawa aromatiknya belum putus. Hal ini juga menunjukkan bahwa katalis H-Zeolit tidak bisa memutus rantai senyawa aromatik.

Golongan aromatik memiliki angka oktan yang tinggi dibandingkan golongan parafin, olefin, dan sikloalkana. Hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* yang menghasilkan 100% golongan aromatik membuat angka oktan produk perengkahan sampah *polystyrene foam* yang tinggi. Namun, berdasarkan komposisi fraksi *gasoline* dalam penelitian Adrian [3] produk perengkahan sampah *polystyrene foam* suhu 360°C dengan katalis H-Zeolit belum masuk ke dalam golongan *gasoline* karena masih mengandung 100% golongan aromatik. Kandungan senyawa aromatik yang tinggi dalam *gasoline* bersifat karsinogen, sebagai pembentuk deposit dan penyumbang emisi gas buang berbahaya [8].

KESIMPULAN

Hasil perengkahan sampah *polystyrene foam* pada suhu 360°C dengan katalis H-Zeolit menghasilkan 85,52% fraksi *gasoline* dan 7,4% fraksi kerosin dan *diesel* dengan komposisi fraksi *gasoline* 100% golongan aromatik. Kandungan senyawa aromatik yang tinggi dalam *gasoline* bersifat karsinogen, sebagai pembentuk deposit dan penyumbang emisi gas buang berbahaya.

REFERENSI

- [1] Miskudin Taufik, "Teluk Jakarta Jadi Sarang Sampah Plastik," 2019.

- <https://itjen.kemdikbud.go.id/public/post/detail/teluk-jakarta-jadi-sarang-sampah-plastik> (accessed Apr. 15, 2021).
- [2] K. H. Lee, D. H. Shin, and Y. H. Seo, "Liquid-phase catalytic degradation of mixtures of waste high-density polyethylene and polystyrene over spent FCC catalyst. Effect of mixing proportions of reactants," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 84, no. 1, pp. 123–127, Apr. 2004, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2003.09.019.
- [3] Adrian, "Depolimerisasi Katalitik Sampah Plastik menjadi BBM menggunakan Limbah Katalis RFCC Pertamina UP-VI Balongan," 2013.
- [4] Nurfathiyahalfi, "Bensin dan Bilangan Oktan.docx - Bensin dan Bilangan Oktan Bensin adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor | Course Hero," 2019. <https://www.coursehero.com/file/45124238/Bensin-dan-Bilangan-Oktandocx/> (accessed Apr. 15, 2021).
- [5] Ashadi, "Knocking Archives - Kimia itu Mudah," 2012. <http://ashadisasongko.staff.ipb.ac.id/tag/knocking/> (accessed Apr. 15, 2021).
- [6] T. H. Soerawidjaja, "Bahan-Bahan Bakar Hidrokarbon Utama: Bensin, Solar, dan Avtur," 2014.
- [7] P. Ghosh, K. J. Hickey, and S. B. Jaffe, "Development of a detailed gasoline composition-based octane model," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 45, no. 1, pp. 337–345, 2006, doi: 10.1021/ie050811h.
- [8] Anjar, "Efek Samping Sering Ganti Oktan BBM - Garasi.id," 2020. <https://garasi.id/artikel/ganti-oktan-bbm/59af7a6ce7ed0a12e93bfeec> (accessed Apr. 15, 2021).